

**PENGARUH PANJANG PIPA TERHADAP  
KANDUNGAN CH<sub>4</sub> DAN CO<sub>2</sub> PADA PEMURNIAN  
GASBIO DENGAN ADSORBEN CAMPURAN  
LIMBAH GENTENG DAN LIMBAH SERBUK  
MARMER**

**SKRIPSI**

**Oleh :**

**Firma**

**NIM. 145050100111217**



**PROGRAM STUDI S1 PETERNAKAN  
FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018**



**PENGARUH PANJANG PIPA TERHADAP  
KANDUNGAN CH<sub>4</sub> DAN CO<sub>2</sub> PADA PEMURNIAN  
GASBIO DENGAN ADSORBEN CAMPURAN LIMBAH  
GENTENG DAN LIMBAH SERBUK MARMER**

**SKRIPSI**

**Oleh :**

**Firma**

**NIM. 145050100111217**



Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh  
gelar Sarjana Peternakan pada Fakultas Peternakan Universitas  
Brawijaya

**PROGRAM STUDI S1 PETERNAKAN  
FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018**



repository.ub.ac.id

**pPENGARUH PANJANG PIPA TERHADAP  
KANDUNGAN CH<sub>4</sub> DAN CO<sub>2</sub> PADA PEMURNIAN  
GASBIO DENGAN ADSORBEN CAMPURAN LIMBAH  
GENTENG DAN LIMBAH SERBUK MARMER**

**SKRIPSI**

Oleh :

Firma

NIM. 145050100111217

Telah dinyatakan lulus dalam ujian Sarjana  
Pada Hari/Tanggal : Senin, 6 Agustus 2018

**Pembimbing :**

Prof. Dr. Ir. Moch. junus, MS

NIP. 19550302 198103 1 004

Dr. Ir. Ita Wahyu Nursita M.Sc

NIP. 19630508 198802 2 001

**Penguji :**

Prof. Dr. Ir. Luqman Hakim, MS

NIP. 19501213 198002 1 002

Dr. Ir. Eko Widodo, M.Agr.Sc.M.Sc

NIP. 19631002 198802 1 001

Dr. Agus Susilo, S.pt., MP.

NIP. 19730820 199802 1 001

TTD

Tanggal

9/8/2018

9/8/2018

9/8/2018

9/8/2018

8/8/2018

Mengetahui,

Dekan Fakultas Peternakan

Universitas Brawijaya



(Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Suyadi, MS)

NIP. 19620403 198701 1 001

Tanggal 10 Agustus 2018



## RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Firma dilahirkan di Kota Koba, Bangka Tengah pada tanggal 13 juni 1996. Penulis merupakan anak keempat dari empat bersaudara dari bapak Asmawi Apel dan Sumarni. Penulis menempuh Pendidikan Dasar di SDN 1 Koba, Bangka Tengah pada tahun 2002, kemudian menyelesaikan Pendidikan Menengah Pertama di SMP Stania Koba pada tahun 2011 dan menyelesaikan Pendidikan Menengah Atas di SMAN 1 Koba pada tahun 2014. Pada tahun 2014 penulis diterima sebagai mahasiswa Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Selama diperguruan tinggi penulis aktif di organisasi. Penulis aktif di Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Peternakan tahun 2014-2015 sebagai staff Dagri, Sebagai staff PSDM Uaki UB tahun 2015-2016, Sebagai staff di BOS Fapet UB tahun 2015-2016 dan aktif sebagai anggota Projek UB 2015-2018. Ditahun terakhir penulis fokus dalam membangun bisnis tour dan travel yang dikenal dengan nama Malang Memories yaitu cikal bakal dari PT. Memories Indonesia.

Penulis melaksanakan PKL di UPT Pembibitan dan Kesehatan Hewan Pamekasan dengan judul “Manajemen Pemberian Pakan Sapi Madura di UPT Pembibitan dan Kesehatan Hewan Madura-Pamekasan” Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (S1) Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Penulis menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Panjang Pipa Terhadap Kandungan CH<sub>4</sub> Dan CO<sub>2</sub> Pada Pemurnian Gasbio dengan Adsorben Campuran Limbah Genteng dan Limbah Serbuk Marmer”.





## KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia berupa rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “Pengaruh Panjang Pipa Terhadap Kandungan CH<sub>4</sub> Dan CO<sub>2</sub> Pada Pemurnian Gasbio dengan Adsorben Campuran Limbah Genteng dan Limbah Serbuk Marmer” dengan baik.

Penyelesaian penulisan laporan ini tentunya tidak lepas dari bantuan, bimbingan serta dorongan motivasi dari beberapa pihak. Penulis sampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua Bapak Asmawi dan Ibu Sumarni, saudaraku (Retfi Wisely, Eci Winarti, dan Virgo) atas perhatian dan doa. Terima kasih banyak semoga Allah selalu melimpahkan rahmat dan kasih sayang.
2. Prof. Dr. Ir. Moch. Junus, MS selaku pembimbing utama dan Dr. Ir. Ita Wahyu Nursita., M.Sc. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan arahan, bimbingan dan saran selama penelitian dan proses penyelesaian skripsi ini.
3. Prof. Dr. Ir. Luqman Hakim, MS., Dr. Ir. Eko Widodo, M. Agr. Sc., M.Sc, dan Dr. Agus Susilo, S.Pt., MP sebagai dosen penguji yang telah membuat skripsi penulis menjadi lebih baik.
4. Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Suyadi, MS selaku Dekan Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.
5. Dr. Ir. Sri Minarti, MP., selaku ketua jurusan Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.

6. Dr. Agus Susilo, S.Pt., MP., selaku Ketua Program Studi Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya yang telah membantu kelancaran proses studi.
7. Ir. Nur Cholis, MS selaku Ketua Jurusan Produksi Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya
8. Teman-teman kontrakan yang membantu dalam proses penelitian Apri setiadi, Muhammad Helmi, M. Aris Faizin, dan Muhammad Irfan yang telah menemani dan memotivasi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun akan sangat diharapkan untuk kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat memberikan informasi yang berarti bagi pihak yang membutuhkan.

Malang, 6 Agustus 2018

Penulis

# **THE EFFECT OF PIPE LENGTH TOWARDS THE CONTENT OF CH<sub>4</sub> AND CO<sub>2</sub> IN GASBIO PURIFICATION WITH MIXED TILES WASTE AND STONE MARBLE POWDER WASTE**

Firma<sup>1)</sup>, Mochammad Junus<sup>2)</sup>, Ita Wahyu Nursita<sup>3)</sup>

- <sup>1)</sup> Student of Animal Production, Faculty of Animal Science,  
University of Brawijaya, Malang  
<sup>2)</sup> Lecturer of Animal Production, Faculty of Animal Science,  
University of Brawijaya, Malang

**Email:** [firmakoba123@gmail.com](mailto:firmakoba123@gmail.com)

## **ABSTRACT**

The purpose of the research was to identify the effect of gasbio purification by different length of the adsorbent pipe on the percentage of CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub> in gasbio. The length addition of the adsorbent pipe were four (4) levels (0 cm, 150 cm, 250 cm, 250 cm) which was repeated six times. The data was obtained in the analysis using a GC tool (gas chromatograph). The Research was designed by Completely Randomized Design (CRD). The research variables were the area of methane gas, the concentration of CH<sub>4</sub>, the concentration of CO<sub>2</sub>, and the pressure level of the gas. The data was analyzed by Analysis of Variance (Annova) and if there was significant effect it would be continue by using Duncan Multiple Range Test (DMRT). The result of this research showed that there was no significant effect ( $P > 0,5$ ) on the area of methane gas, the concentration of CH<sub>4</sub>, the concentration of CO<sub>2</sub>, and the pressure level of the gas. The conclusion of the

research was that the length of the adsorbent pipe in the gasbio purification process did not affect the percentage of methane gas content.

Keywords : Adsorbent, Purification, Pipe length.



# **PENGARUH PANJANG PIPA TERHADAP KANDUNGAN CH<sub>4</sub> DAN CO<sub>2</sub> PADA PEMURNIAN GASBIO DENGAN ADSORBEN CAMPURAN LIMBAH GENTENG DAN LIMBAH SERBUK MARMER**

Firma<sup>1)</sup>, Mochammad Junus<sup>2)</sup>, Ita Wahyu Nursita<sup>3)</sup>

- <sup>1)</sup> Mahasiswa Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya,  
Malang  
<sup>2)</sup> Dosen Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya,  
Malang  
<sup>2)</sup> Dosen Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya, Malang

**Email:** [firma123@gmail.com](mailto:firma123@gmail.com)

## **RINGKASAN**

Gasbio merupakan satu diantara energi alternatif yang banyak mempunyai kelebihan. Diantaranya sumber yang terbarukan, murah, efisien, dan lebih ramah lingkungan. Proses perombakan limbah organik oleh *mikroorganisme anaerobik* yang terjadi di dalam digester gasbio akan menghasilkan gas metan (CH<sub>4</sub>), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), dan senyawa gas lainnya. Kandungan gas lain yang terkandung dalam gasbio ini dapat menurunkan nilai kalor dan mengurangi efisiensi pembakarannya pada proses pembakaran (Sugiarto dkk, 2013). Akibat dari hal ini menjadikan pemanfaatan gasbio dalam kehidupan sehari-hari pun menjadi kurang efektif terlebih untuk digunakan secara massal.

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Wonokerto, Kec.Bantur, Kab.Malang, Jawa Timur pada bulan Februari-Maret 2018 untuk pembuatan bahan adsorben dan pengambilan

sampel gasbio. Materi penelitian yang digunakan berupa pecahan genteng, limbah serbuk marmer dan gasbio yang berasal dari kotoran ternak sapi perah. Bahan-bahan untuk pembuatan alat purifikasi terdiri dari gunting, gergaji, selang (selang plastik dan selang gas), kain saring, lakban, pipa, PVC 2", pipa PVC 1", pipa PVC sambungan siku 1", pipa VS 2x1", lem PVC, TBA, manometer U terbuka, *flow* meter, dan katup. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari 4 perlakuan : P0 (Kontrol gasbio tanpa menggunakan adsorben), P1 (Gasbio yang menggunakan alat purifikasi dengan panjang pipa adsorben 150 cm), P2 (Gasbio yang menggunakan alat purifikasi dengan panjang pipa adsorben 200 cm), P3 (Gasbio yang menggunakan alat purifikasi dengan panjang pipa adsorben 250 cm) dengan 6 kali ulangan. Variabel penelitian yang diamati terdiri dari luas area gas metana, konsentrasi CH<sub>4</sub>, konsentrasi CO<sub>2</sub>, dan tekanan gas. Gasbio yang telah dimurnikan dianalisis menggunakan alat GC (*Gas Chromatography*) untuk mengetahui kadar komponen gasnya. Data dianalisis statistik dengan menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) apabila diperoleh perbedaan pengaruh yang signifikan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan panjang pipa adsorben pada proses purifikasi gasbio memberikan pengaruh yang tidak nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap area gas metana, konsentrasi CH<sub>4</sub>, konsentrasi CO<sub>2</sub>, dan tekanan gas. Rataan luas area cenderung lebih tinggi adalah P1 (740066.3±25873.71), rataan konsentrasi CH<sub>4</sub> cenderung lebih besar adalah P1 (62.26±2.59), rataan konsentrasi CO<sub>2</sub> cenderung lebih rendah adalah P1 (28.7±4.17) dan rataan tekanan gas besar adalah P1 (1,0067 atm).

Kesimpulan dari penelitian ini adalah panjang pipa cenderung tidak berpengaruh pada persentase gas metana. Satu diantara cara untuk mengurangi kandungan gas lain dapat menggunakan limbah genteng dan limbah serbuk marmer.







## DAFTAR ISI

Isi	Halaman
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN.....</b>	<b>xix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3 Tujuan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.4 Manfaat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.5 Kerangka Pikir	Error! Bookmark not defined.
1.6 Hipotesis .	Error! Bookmark not defined.
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Gasbio ....	Error! Bookmark not defined.

2.2 Komposisi Gasbio**Error! Bookmark not defined.**

2.3Limbah Genteng**Error! Bookmark not defined.**

2.4 Limbah serbuk marmer**Error! Bookmark not defined.**

2.5 Metode Pemurnian Gas**Error! Bookmark not defined.**

### **BAB III MATERI DAN METODE PENELITIAN**

3.1 Lokasi Dan Waktu Penelitian ..... **Error! Bookmark not defined.**

3.2 Materi Penelitian**Error! Bookmark not defined.**

3.3 Metode Penelitian**Error! Bookmark not defined.**

3.4 Pelaksanaan Penelitian**Error! Bookmark not defined.**

3.4.1 Penelitian  
Persiapan.....**Error! Bookmark not defined.**

3.4.2 Penelitian  
Utama.....**Error! Bookmark not defined.**

3.5 Variabel Penelitian**Error! Bookmark not defined.**

3.6 Analisis Data**Error! Bookmark not defined.**

3.7 Batasan Istilah **Error! Bookmark not defined.**

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Kandungan Gas dalam gasbio sebelum purifikasi ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.2 Luas Area Gas Metana **Error! Bookmark not defined.**

4.3 Pengaruh Penambahan Panjang Pipa Adsorben terhadap Kosentrasi Gas CO<sub>2</sub>..... **Error! Bookmark not defined.**

4.4 Pengaruh Penambahan Panjang Pipa Adsorben terhadap Konsentrasi Gas Metana..... **Error! Bookmark not defined.**

4.5 Tekanan Gas pada Gasbio ..... **Error! Bookmark not defined.**

## **BAB V KESIMPULAN**

5.1 Kesimpulan **Error! Bookmark not defined.**

5.2 Saran ..... **Error! Bookmark not defined.**

**DAFTAR PUSTAKA ... Error! Bookmark not defined.**

**LAMPIRAN ..... Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 1. Komposisi Gasbio .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 2. Karakteristik Serbuk Genteng ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 3. Kandungan Kimia Pecahan Marmer .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4. Komposisi Serbuk Marmer	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 5. Analisis Ragam....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 6. Uji BNT.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 7. Kandungan gas p ada gasbio (% Vol) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 8. Rataan luas area gas metana (Vol) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 9. Konsentrasi gas CO <sub>2</sub> (% Vol) ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

Tabel 10. Konsentrasi gas metana (% Vol).....**Error!**

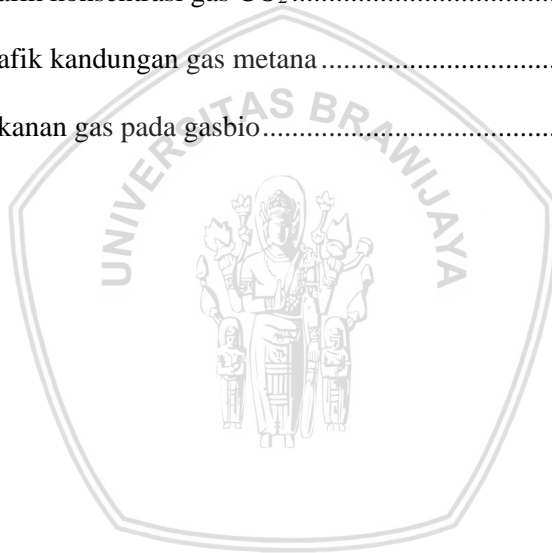
**Bookmark not defined.**





## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pikiran.....	7
2. Grafik luas area gas metana .....	27
3. Grafik konsentrasi gas CO <sub>2</sub> .....	29
4. Grafik kandungan gas metana .....	31
5. Tekanan gas pada gasbio.....	33







## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil pengujian kandungan gas pada gasbio tanpa purifikasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2. Hasil pengukuran luas area gas metana.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3. Hasil pengamatan gas CO <sub>2</sub> pada gasbio .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4. Hasil pengamatan gas metana pada gasbio .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5. Hasil tekanan gas pada gasbio.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6. Dokumentasi Penelitian.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



## DAFTAR SINGKATAN

%	: Persentase
$\text{Al}_2\text{O}_3$	: Aluminum Oksida
$\text{CaO}$	: Kalsium Oksida
cm	: Sentimeter
$\text{CH}_4$	: Metana
$\text{CO}_2$	: Karbon Dioksida
$\text{CaCO}_3$	: Kalsium Karbonat
dkk	: Dan kawan kawan
GC	: Gas Chromatography
$\text{H}_2\text{S}$	: Hidrogen Sulfida
PVC	: Polivinil klorida
ME	: <i>Metabolism Energy</i>
$\text{MgO}$	: Magnesium Oksida
N	: Nitrogen
$\text{O}_2$	: Oksigen
LNG	: Liquefied Natural Gas
m	: Meter
Max	: Maksimal
RAL	: Rancangan Acak Lengkap
Vol	: Volume
$\text{SiO}$	: Silikon Oksida
$\rho$	: Densitas zat
<	:Kurang dari





## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Kebutuhan akan penggunaan energi semakin meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dan peningkatan konsumsi oleh masyarakat akibat penggunaan berbagai macam peralatan untuk menunjang kenyamanan dalam kehidupan. Kebutuhan minyak bumi yang terus meningkat tetapi tidak diimbangi dengan produksinya yang justru semakin tahun semakin menurun (Fajar dkk, 2014). Oleh karena itu saat ini penyediaan energi alternatif mulai dikembangkan dengan pemanfaatan bahan-bahan ramah lingkungan.

Satu diantara bahan ramah lingkungan yang dapat digunakan adalah kotoran sapi. Populasi sapi potong di Indonesia diperkirakan 10,8 juta ekor dan sapi perah 350.000-400.000 ekor. Apabila satu ekor sapi rata-rata setiap hari menghasilkan 7 kilogram kotoran kering maka kotoran-kotoran sapi kering yang dihasilkan di Indonesia sebesar 78,4 juta kilogram kering per hari (Budiyanto, 2011). Berdasarkan hasil riset yang ada setiap 1 kilogram kotoran sapi dapat berpotensi menghasilkan 36 liter gasbio. Kandungan gas metana tinggi yang dihasilkan dari proses perombakan limbah organik sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi yang ramah lingkungan.

Gasbio merupakan salah satu energi alternatif yang banyak mempunyai kelebihan diantaranya sumber yang terbarukan, murah, efisien, dan lebih ramah lingkungan. Pada umumnya komposisi gasbio yaitu  $\text{CH}_4$ : 40-70% (Harahap dkk., 1980),  $\text{CO}_2$ : 30-45% (Monnet, 2003) dan sisanya  $\text{H}_2\text{S}$  serta

*trace element*. Gasbio termasuk teknologi energi yang multifungsi karena residu proses gasbio juga dapat dimanfaatkan sebagai pupuk berkualitas tinggi. Gasbio dapat dimanfaatkan untuk pembangkitan panas dan listrik, bahan bakar kendaraan bermotor, injeksi kedalam sistem perpipaan gas dan dikonversi menjadi bahan kimia yang lain (Kangmin dan Wan Ho, 2006).

Proses perombakan limbah organik oleh mikroorganisme anaerobik yang terjadi di dalam digester gasbio akan menghasilkan gas metana ( $\text{CH}_4$ ), karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), dan senyawa gas lainnya. Kandungan gas lain yang terkandung dalam gasbio ini pada proses pembakaran dapat menurunkan nilai kalor dan mengurangi efisiensi pembakarannya (Sugiarto dkk, 2013). Akibat dari hal ini menjadikan pemanfaatan gasbio dalam kehidupan sehari-hari pun menjadi kurang efektif apalagi untuk digunakan secara massal, Sehingga untuk meningkatkan nilai kalor pada gasbio perlu memaksimalkan kandungan gas metana ( $\text{CH}_4$ ) dengan jalan harus menurunkan kandungan gas lain terutama  $\text{CO}_2$  karena kandungannya terbesar setelah  $\text{CH}_4$ .

Satu diantaranya metode untuk meningkatkan performa gasbio dapat dilakukan proses pemurnian melalui metode adsorpsi. Adsorpsi adalah peristiwa terjadinya kontak antara padatan dengan suatu campuran fluida, sehingga sebagian zat terlarut dalam fluida tersebut teradsorpsi yang menyebabkan terjadinya perubahan komposisi fluida (Brown, 1950). Adsorpsi yang terjadi baik cair maupun gas akan membentuk lapisan tipis pada permukaan zat tersebut. Beberapa jenis adsorben yang dapat digunakan diantaranya limbah genteng dan limbah serbuk marmer. Limbah genteng dan limbah serbuk marmer dipilih

karena mudah didapat dan ketersediaannya pun cukup melimpah.

Limbah genteng memiliki kandungan  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dengan konsentrasi kandungan 54,59% dan 19,62% (Diharjo, dkk, 2013). Limbah serbuk marmer memiliki komposisi Silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) sebesar 17,63%, Kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) sebesar 2,73% dan beberapa unsur lainnya (Handayani, dkk, 2014). Bahan-bahan limbah tersebut memiliki kandungan zat kimia yang memungkinkan untuk terjadinya adsorpsi gas  $\text{CO}_2$ . Sebelumnya sudah pernah dilakukan penelitian terkait pemurnian menggunakan adsorben berbahan campuran limbah genteng dan limbah serbuk marmer. Hasil pada penelitian tersebut menunjukkan perubahan yang signifikan. Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait bagaimana pengaruh panjang pipa terhadap kandungan  $\text{CH}_4$  dan  $\text{CO}_2$  pada pemurnian gasbio dengan adsorben campuran limbah genteng dan limbah serbuk marmer.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Pemanfaatan gasbio hingga sampai saat ini belum digunakan secara optimal. Penyebab utama dikarenakan tingginya kandungan gas lain yang terdapat di dalam gasbio, sehingga diperlukan cara untuk dapat mengurangi jumlah gas lain pada gasbio terutama gas  $\text{CO}_2$ .
2. Panjang pipa yang digunakan menjadi hal yang sangat penting dalam pengaruh daya adsorpsi gas lain pada gasbio. Sampai saat ini belum pernah dilakukan penelitian terkait pengaruh panjang pipa adsorben terhadap kandungan  $\text{CO}_2$  dan metana pada proses purifikasi gasbio.



### 1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh proses pemurnian gasbio dengan panjang pipa adsorben berbeda terhadap persentase  $\text{CH}_4$  dan  $\text{CO}_2$  dalam gasbio.
2. Untuk mengetahui panjang pipa yang terbaik terhadap daya adsorpsi gas  $\text{CO}_2$  pada gasbio.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini bermanfaat untuk:

1. Persentase kadar gas metana yang berbeda dari masing-masing panjang pipa yang digunakan.
2. Panjang pipa yang terbaik dari beberapa panjang pipa adsorben yang digunakan.

### 1.5 Kerangka Pikir

Biogas merupakan gas yang dihasilkan dari dekomposisi bahan organik secara anaerobik (tertutup dari udara bebas) untuk menghasilkan suatu gas yang sebagian besar berupa metana (yang memiliki sifat mudah terbakar) dan karbon dioksida (Hari dkk, 2014). Proses pembentukan gasbio melalui fermentasi *anaerob* yang terdiri dari tiga tahap yaitu hidrolisis, asidogenik dan metanaogenesis. Berdasarkan tahapan proses pembentukan gasbio dapat diketahui bahwa dihasilkan berbagai macam gas selain metana. Gas pengotor yang ada dalam gasbio adalah  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  dan beberapa gas lain dalam jumlah kecil serta pengotor lain berupa uap air dan partikulat. Gas pengotor tersebut memiliki efek samping pada proses pembakaran dapat menurunkan nilai kalor dan mengurangi efisiensi pembakarannya (Sugiarto dkk, 2013). Akibat dari hal ini menjadikan pemanfaatan gasbio dalam kehidupan sehari-hari pun menjadi kurang efektif apalagi untuk digunakan secara

massal, Sehingga untuk meningkatkan nilai kalor pada gasbio perlumemaksimalkan kandungan gas methan ( $\text{CH}_4$ ) dengan jalan harus menurunkan kandungan gas lain terutama  $\text{CO}_2$  karena kandungannya terbesar setelah  $\text{CH}_4$ .

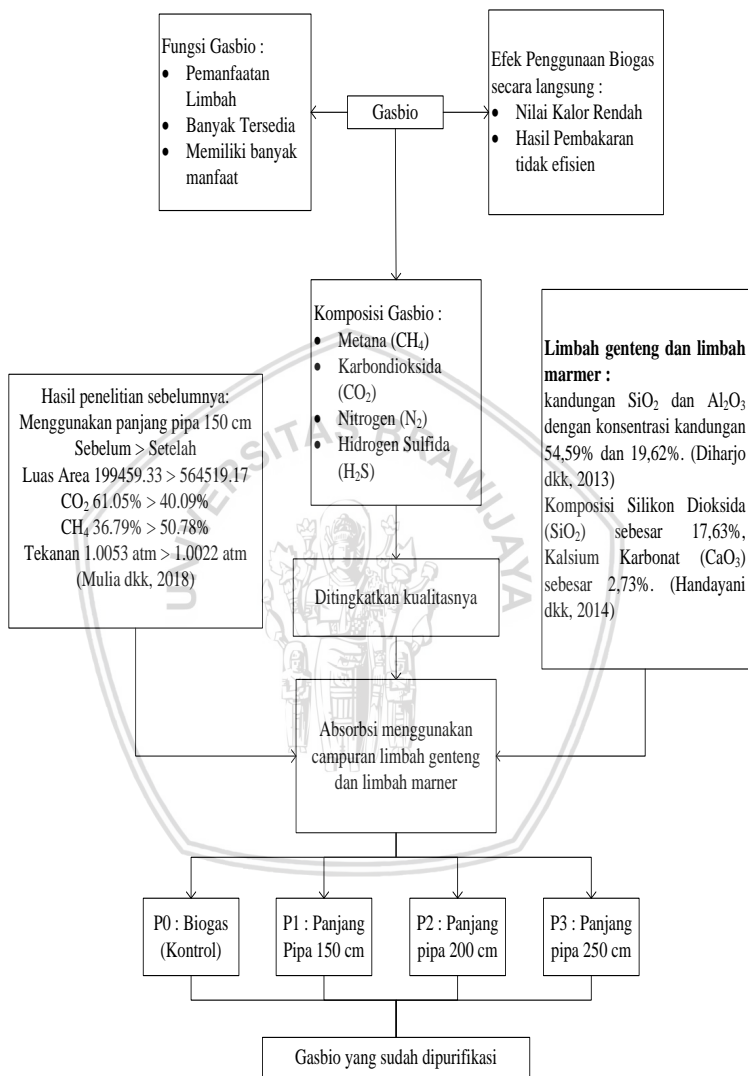
Metode untuk meningkatkan performa gasbio dapat dilakukan dengan proses pemurnian adsorbsi. Adsorbsi adalah peristiwa terjadinya kontak antara padatan dengan suatu campuranfluida, sehingga sebagian zat terlarut dalam fluida tersebut teradsorpsi yang menyebabkan terjadinya perubahan komposisi fluida (Brown, 1950). Material yang digunakan sebagai adsorben umumnya material yang berpori terutama pada letak tertentu dalam partikel (Hardjono, 1989). Salah satu adsorben padat yang berpotensi untuk memurnikan metana tersebut adalah limbah genteng dan limbah serbuk marmer.

Menurut Diharjo, dkk (2013) menyatakan bahwa limbah genteng memiliki kandungan  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dengan konsentrasi kandungan 54,59% dan 19,62%. Lempung atau tanah liat dapat dikategorikan sebagai *montmorillonite* karena memiliki kemampuan dapat mengadsorbsi tinggi. Kemudian menurut Handayani, dkk (2014) menyatakan bahwa limbah serbuk marmer memiliki komposisi silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) sebesar 17,63%, kalsium karbonat ( $\text{CaO}_3$ ) sebesar 2,73% dan beberapa unsur lainnya. Kandungan  $\text{CaO}$  telah diidentifikasi sebagai zat yang paling potensial untuk menangkap  $\text{CO}_2$  karena  $\text{CaO}$  bersifat adsorben (Abdurrahman dkk., 2013).

Proses pemurnian gasbio dilakukan dengan cara menyalurkan gasbio melalui rangkaian pipa paralon yang berisi campuran limbah genteng dan limbah serbuk marmer sebagai adsorben nya. Setelah terjadi proses penyerapan gas impurities oleh bahan adsorben kemudian dilakukan pengukuran kandungan gasbio. Data yang terkumpul kemudian dianalisa

sehingga diketahui hasil pemurnian gasbio dan selanjutnya dapat digunakan sebagai informasi untuk pengembangan teknologi selanjutnya tentang pemurnian gasbio menggunakan limbah genteng dan limbah serbuk marmer. Skema kerangka pikir dapat dilihat pada Gambar 1.





Gambar 1. Kerangka Pikiran

### 1.6 Hipotesis

Panjang pipa adsorben memungkinkan lebih besarnya kontak yang akan terjadi antara gasbio dengan adsorben sehingga akan mempengaruhi tingkat kemurnian gasbio.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Gasbio

Gasbio merupakan salah satu energi alternatif yang banyak mempunyai kelebihan diantaranya sumber yang terbarukan, murah, efisien, dan lebih ramah lingkungan. Pada umumnya komposisi gasbio yaitu  $\text{CH}_4$ : 40-70% (Harahap dkk., 1980),  $\text{CO}_2$ : 30-45% (Monnet, 2003) dan sisanya  $\text{H}_2\text{S}$  serta *trace element*. Gasbio termasuk teknologi energi yang multifungsi karena residu proses gasbio juga dapat dimanfaatkan sebagai pupuk berkualitas tinggi. Gasbio dapat dimanfaatkan untuk pembangkitan panas dan listrik, bahan bakar kendaraan bermotor, injeksi ke dalam sistem perpipaan gas dan dikonversi menjadi bahan kimia yang lain. Gasbio adalah bahan bakar gas yang dihasilkan oleh proses fermentasi anaerobik dari bahan organik berupa pupuk, lumpur kotoran ternak, limbah padat sampah kota, limbah terbiodegradasi atau bahan terbiodegradasi lainnya dalam kondisi anaerob. Proses pembentukan gasbio melalui fermentasi anaerob yang terdiri dari tiga tahap yaitu hidrolisis, asidogenik dan metanogenesis (Arifin dkk, 2008).

Gasbio dapat diperoleh dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri-bakteri anaerob dan menghasilkan gas yang sebagian besar gas metana ( $\text{CH}_4$ ) dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan beberapa kandungan gas lain dalam jumlah kecil. Energi yang terkandung dalam gasbio tergantung dari kandungan  $\text{CH}_4$ , semakin tinggi kandungan  $\text{CH}_4$  dari kandungan gas lain maka gasbio semakin baik, sebaliknya semakin kecil kandungan  $\text{CH}_4$  maka semakin kecil energi pada gasbio (Wiratmana, 2012). Berdasarkan tahapan proses

pembentukan gasbio dapat diketahui bahwa dihasilkan berbagai macam gas selain metana. Gas pengotor yang ada dalam gasbio adalah  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  dan beberapa gas lain dalam jumlah kecil serta pengotor lain berupa uap air dan partikulat. Komposisi kandungan gas dalam gasbio (Arifin dkk, 2008).

## 2.2 Komposisi Gasbio

Komposisi gasbio yang dihasilkan tergantung pada jenis bahan baku yang digunakan. Komposisi gasbio utama adalah gas metana ( $\text{CH}_4$ ) dan gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dengan sedikit hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Komponen gas lainnya yang ditemukan dalam kisaran konsentrasi kecil antara lain senyawa sulfur organik, senyawa hidrokarbon terhalogenasi, gas hidrogen ( $\text{H}_2$ ), gas nitrogen ( $\text{N}_2$ ), gas karbon monoksida ( $\text{CO}$ ) dan gas oksigen ( $\text{O}_2$ ).

Gasbio dihasilkan melalui proses fermentasi limbah organik seperti sampah, sisa-sisa makanan, kotoran hewan dan limbah industri makanan. Adapun unsur unsur yang terkandung dalam gasbio yaitu gas metana ( $\text{CH}_4$ ), gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), gas oksigen ( $\text{O}_2$ ), gas hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ), gas hidrogen ( $\text{H}_2$ ), dan gas karbon monoksida ( $\text{CO}$ ). Dari semua unsur tersebut yang berperan dalam menentukan kualitas gasbio yaitu gas metana ( $\text{CH}_4$ ) dan gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Bila kadar  $\text{CH}_4$  tinggi maka gasbio tersebut akan memiliki nilai kalor yang tinggi. Sebaliknya jika kadar  $\text{CO}_2$  yang tinggi maka akan mengakibatkan nilai kalor gasbio tersebut rendah. Maka dari itu untuk meningkatkan nilai kalor gasbio maka kadar gas  $\text{CO}_2$  harus rendah. Kandungan gas metana ( $\text{CH}_4$ ) dari gasbio dapat ditingkatkan dengan cara memisahkan gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan gas hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) yang bersifat korosif dari gasbio (Hamidi dkk, 2011).

Tabel 1. Komposisi Gasbio

Komponen	%
Metana ( $\text{CH}_4$ )	55-75
Karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ )	0-0,3
Nitrogen ( $\text{H}_2$ )	1-1,5
Hidrogen sulfide ( $\text{H}_2\text{S}$ )	0-3
Oksigen ( $\text{O}_2$ )	0,1-0,5

Sumber : Hermawan dkk., (2007)

### 2.3 Limbah Genteng

Limbah genteng merupakan hasil sisa produksi genteng yang pecah kemudian dibuang oleh pabrik genteng. Pecahan genteng tersebut masih memiliki komponen yang sama dengan genteng yang utuh. Genteng yang berbahan lelung atau tanah liat dapat dikategorikan sebagai *montmorillonite* karena memiliki kemampuan dapat mengadsorpsi tinggi (Diharjo dkk, 2013).

Hasil XRF menunjukkan beberapa kandungan utama dari serbuk genteng sokka. Kandungan yang dominan pada serbuk genteng sokka adalah  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dengan konsentrasi kandungan 54,59% dan 19,62%.



Tabel 2. Karakteristik Serbuk Genteng

Formula	Konsentrasi	Dominan
SiO <sub>2</sub>	54.49%	Si
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.62%	Al
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.30%	Fe
CaO	3.55%	Ca
MgO	3.03%	Mg
K <sub>2</sub> O	2.25%	K
TiO <sub>2</sub>	1.40%	Ti
P <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0.69%	P
SO <sub>3</sub>	0.37%	S
Cl	0.35%	Cl

Sumber: Diharjo dkk., (2013)

## 2.4 Limbah serbuk marmer

Batu marmer atau batu pualam terjadi sebagai hasil malihan batu gamping karena suhu dan desakan atau keduanya, strukturnya kompak mempunyai gugusan kristal yang sama dari halus sampai kasar. Hasil peledakkan dipotong-potong dengan gergaji menjadi blok-blok kemudian diangkut ke pabrik. Blok-blok marmer digergaji lagi menjadi lempengan-lempengan dan dipotong dalam berbagai ukuran menurut keperluan, banyak limbah potongan-potongam kecil yang dihasilkan dari industri marmer tersebut. Kandungan kimia pecahan marmer diperlihatkan pada tabel 2. berikut (Riyanto, 1991). Limbah marmer ini banyak ditemukan di depan rumah penduduk pada pertambangan marmer Besole Tulungagung yang setiap harinya bisa menghasilkan sampai 0,5 m<sup>3</sup> limbah marmer untuk pengrajin berskala besar.

Tabel 3. Kandungan Kimia Pecahan Marmer

Unsur Kimia	Kandungan (%)
Silikon Dioksida ( $\text{SiO}_2$ )	0,13
Alumunium Dioksida ( $\text{AlO}_2$ )	0,31
Kalsium Oksida ( $\text{CaO}$ )	55,07
Magnesium Oksida ( $\text{MgO}$ )	0,20
Sulfur Trioksida ( $\text{SO}_3$ )	0,08
Feri Oksida ( $\text{FeO}$ )	0,04
Potasium Okside ( $\text{K}_2\text{O}$ )	0,01
Sulfur Trioksida ( $\text{SO}_3$ )	0,08

Sumber: Tjangroe dkk., (2006)

Kandungan  $\text{CaO}$  telah diidentifikasi sebagai zat yang paling potensial untuk menangkap  $\text{CO}_2$  karena  $\text{CaO}$  bersifat adsorben (Abdurrahman dkk., 2013). Limbah serbuk marmer memiliki komposisi silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) sebesar 17,63%, kalsium karbonat ( $\text{CaO}_3$ ) sebesar 2,73% dan beberapa unsur lainnya (Handayani dkk., 2014).

Tabel 4. Komposisi Serbuk Marmer

Unsur Kimia	Kandungan (%)
Silikon Dioksida ( $\text{SiO}_2$ )	17,63
Kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ )	2,73
Kalsium Oksida ( $\text{CaO}$ )	1,53
Magnesium Karbonat ( $\text{MgO}_3$ )	0,20
Magnesium Oksida ( $\text{MgO}$ )	0,09
Feri Oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )	0,01
Alumunium Dioksida ( $\text{AlO}_2$ )	0,002

Sumber :Handayani dkk., (2014)

## 2.5 Metode Pemurnian Gas

Komposisi gasbio yang mengandung berbagai pengotor menyebabkan diperlukannya proses pemurnian metana dalam gasbio agar energi yang diperoleh dapat optimal. Pada umumnya, proses pemurnian gasbio digolongkan menjadi 5 (lima) yaitu (1) Absorpsi menggunakan larutan penyerap; (2) Adsorpsi menggunakan padatan; (3) Permeasi melalui membran; (4) Konversi kimia menjadi senyawa lain; maupun (5) Kondensasi (Kohl dan Neilsen, 1997). Prosedur pemurnian bisa terdiri dari dehidrasi sederhana sampai pemisahan secara sempurna kandungan  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$ , dan  $\text{CH}_4$ . Pemisahan menggunakan bahan penyerap padat dan cair bisa dilakukan baik secara kimia maupun fisika (Sarkar dan Bose, 1997).

Teknologi pemisahan gas karbon dioksida dari suatu aliran gas telah banyak berkembang. Berbagai teknologi yang dikembangkan bisa diklasifikasikan berdasarkan jumlah  $\text{CO}_2$  yang terkandung di dalamnya sebagaimana tersaji pada gambar 2. Metode pemisahan  $\text{CO}_2$  yang telah dipergunakan di pabrik amonia adalah absorpsi dimana  $\text{CO}_2$  terlarut dalam larutan penyerap seperti  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$  dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  disertai dengan reaksi kimia. Metode absorpsi  $\text{CO}_2$  dalam gasbio menggunakan  $\text{NaOH}$  dapat menyerap gas dengan derajat penyerapan hingga 64,27% atau kemurnian  $\text{CH}_4$  sebesar 74,13% (Hargono, 2008).

Proses pemisahan  $\text{H}_2\text{S}$  dalam gas (termasuk gasbio) dapat dilakukan secara fisika, biologi dan kimia (Zicari, 2003). Secara fisika dilakukan dengan penyerapan air, membrane atau adsorpsi dengan karbon aktif, *impregnated activated carbon*, zeolit, oksida besi, oksida seng. Pemurnian gasbio dari kandungan  $\text{H}_2\text{S}$  juga bisa dilakukan secara biologi menggunakan bakteri yang menguraikannya menjadi sulfat. Kedua metode di atas masih jarang diaplikasikan karena

biayanya yang mahal, sedangkan yang sering dilakukan adalah secara kimiawi oleh larutan adsorben (Kwartiningsih dan Jumari, 2007). Adsorben yang banyak digunakan di industri adalah MEA (*Methyl Ethanol Amine*), sedangkan yang lain adalah larutan nitrit, garam alkali, *slurry* besi oksida atau seng oksida dan *iron chelated solution* (Zicari, 2003). Pemurnian H<sub>2</sub>S dari gasbio menggunakan *iron chelated solution* (Fe-EDTA) memberikan banyak kelebihan yaitu adsorben bisa diregenerasi dan sulfur yang terpisah berupa sulfur padat, efektifitas tinggi dan residunya lebih ramah lingkungan (Kwartiningsih dan Jumari, 2007).

Selain uap air, CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S sebagai pengotor utama, gasbio mengandung beberapa gas impuritas lain dalam jumlah rendah seperti NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>. Impuritas tersebut dapat diabaikan karena gas tersebut bersifat *inert* atau memiliki nilai kalor atau sudah terpisah melalui proses pemisahan gas pengotor utama gasbio (Wahono, 2008). Kadungan komposisi gasbio tergantung pada sumber bahan bakunya. Proses pemurnian gasbio menggunakan *membrane* sangat baik pada tekanan operasi 5-7 bar. (Pabby, dkk, 2009)

Pemilihan metode yang cocok untuk pemisahan CO<sub>2</sub> dari campurannya tergantung pada beberapa parameter, yaitu: konsentrasi CO<sub>2</sub> di aliran umpan, sifat alami komponen umpan, tekanan dan temperature (Noverri, 2007). Ada beberapa metode pemurnian gasbio (CO<sub>2</sub> *removal*), antara lain: absorpsi fisika, absorpsi kimia, adsorpsi, pemisahan dengan membran, *cryogenic* dan konversi kimia menjadi senyawa lain. Absorpsi adalah pemisahan suatu gas tertentu dari campuran gas-gas dengan cara pemindahan massa ke dalam suatu *liquid*. Hal ini dilakukan dengan cara mengantarkan aliran gas dengan *liquid*

yang mempunyai selektivitas pelarut yang berbeda dari gas yang akan dipisahkannya. (Mara, 2012)

Salah satu metode untuk meningkatkan performa gasbio dapat dilakukan proses pemurnian adsorpsi. Adsorpsi adalah peristiwa terjadinya kontak antara padatan dengan suatu campuran fluida, sehingga sebagian zat terlarut dalam fluida tersebut teradsorpsi yang menyebabkan terjadinya perubahan komposisi fluida (Brown, 1950). Selain itu juga terdapat dua sistem purifikasi yaitu sistem kontinyu dan sistem non kontinyu. Sistem non kontinyu menghasilkan penurunan kadar  $\text{CO}_2$  yang lebih efektif dan peningkatan kadar  $\text{CH}_4$  yang lebih tinggi dari pada sistem kontinyu. (Sugiarto dkk., 2013)



## **BAB III**

### **MATERI DAN METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Lokasi Dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan selama 5 bulan, dilaksanakan pada bulan Februari 2018 di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Brawijaya untuk pembuatan bahan adsorben. Sampel gasbio di ambil pada bulan Maret 2018 di Desa Wonokerto, Kec. Bantur, Kab.Malang. Kemudian dilakukan pengujian gasbio di Laboratorium Teknik Kimia Institut Teknologi Bandung untuk menganalisis kandungan gasbio sampai dengan 17 Juli 2018.

#### **3.2 Materi Penelitian**

Bahan penelitian yang digunakan berupa pecahan genteng, limbah serbuk marmer yang ditumbuk dan gasbio yang berasal dari kotoran ternak sapi perah. Bahan-bahan untuk pembuatan alat purifikasi terdiri dari gunting, gergaji, selang (selang plastic dan selang gas), kain saring, lakban, pipa, PVC 2", pipa PVC 1", pipa PVC sambungan siku 1", pipa VS 2x1", lem PVC, TBA, manometer U terbuka, *flow meter*, dan katup.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah ember, sarung tangan, masker, balon plastik, palu, timbangan instalasi, gasbio alat purifikasi dan alat GC (*Gas Chromatography*).

#### **3.3 Metode Penelitian**

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah eksperimen yaitu dengan memasukkan bahan adsorben ke dalam tabung adsorben pada alat purifikasi yang akan dialiri gasbio. Gasbio yang telah dimurnikan dianalisis menggunakan

alat GC (*Gas Chromatography*) untuk mengetahui kadar komponen gas nya.

Metode yang digunakan adalah percobaan menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) yang terdiri dari 4 perlakuan dan 6 ulangan. Adapun perlakuan yang dicobakan sebagai berikut:

P0 : Kontrol (gasbio tanpa menggunakan adsorben)

P1 : Gasbio dengan menggunakan alat purifikasi dengan panjang pipa adsorben 150 cm;

P2 : Gasbio dengan menggunakan alat purifikasi dengan panjang pipa adsorben 200 cm;

P3 : Gasbio dengan menggunakan alat purifikasi dengan panjang pipa adsorben 250 cm.

### **3.4 Pelaksanaan Penelitian**

Pelaksanaan penelitian ini melalui tiga tahap yaitu tahap penelitian persiapan, tahap pembuatan bahan adsorben dan penelitian utama. Penelitian persiapan terdiri dari pembuatan alat purifikasi dan pembuatan bahan adsorben yang akan digunakan pada penelitian utama. Penelitian utama terdiri dari pemurnian gasbio dan pengujian kadar komponen gas pada gasbio.

#### **3.4.1 Penelitian Persiapan**

Tahap penelitian persiapan terdiri dari pembuatan alat purifikasi gasbio dan pembuatan bahan adsorben dengan prosedur sebagai berikut :

1. Pengukuran Panjang pipa PVC 2” untuk bagian tabung adsorbennya dan pipa PVC 1” sepanjang 7 cm (3 buah) untuk penghubung pipa PVC sambungan siku. Pipa yang

- akan digunakan untuk tempat adsorben sepanjang 150 cm sebanyak 1 buah dan 50 cm sebanyak 2 buah.
2. Pipa yang telah diukur dipotong menggunakan gergaji, kemudian pipa yang telah dipotong disambungkan dan di lem pada sambungannya.
  3. Pemasangan selang, *flow* meter dan manometer pada alat yang sudah disambungkan.
  4. Alat di rangkai dengan posisi horizontal.
  5. Melakukan penjemuran bahan adsorben selama 3 hari.
  6. Pembuatan bahan adsorben dengan mencampur limbah genting dan limbah serbuk marmer yang sudah dihaluskan dengan komposisi 1:1.

#### 3.4.2 Penelitian Utama

Tahap penelitian utama terdiri dari proses pemurnian gasbio dan pengujian kadar komponen gas pada gasbio dengan prosedur sebagai berikut :

1. Bahan adsorben ditimbang untuk masing-masing perlakuan.
2. Bahan adsorben dimasukkan kedalam pipa adsorben pada alat pemurnian. Pipa adsorben yang telah terisi penuh ditutup dengan kain saring dan dihubungkan kembali pada alat pemurni.
3. Gasbio yang melalui alat pemurni ditampung pada balon plastik.
4. Gasbio yang telah di tampung kemudian diambil sampelnya untuk dianalisis kandungan gas metana menggunakan alat GC, baik sebelum melalui proses purifikasi dan setelah melalui proses purifikasi.



### 3.5 Variabel Penelitian

1. Luas area gas metana  
Luas area gas metana terdeteksi melalui hasil analisis dari alat GC.
2. Konsentrasi CH<sub>4</sub>  
Perhitungan konsentrasi CH<sub>4</sub> melalui hasil analisis dari alat GC dengan menggunakan rumus : CH<sub>4</sub>= (kadar CH<sub>4</sub>/ total kadar gasbio yang terdeteksi) x 100%
3. Konsentrasi CO<sub>2</sub>  
Perhitungan konsentrasi CO<sub>2</sub> melalui hasil analisis dari alat GC dengan menggunakan rumus : CO<sub>2</sub>= (Kadar CO<sub>2</sub>/total kadar gasbio yang terdeteksi) x 100%
4. Tekanan Gas  
Tekanan di hitung dengan menggunakan Hukum Boyle.  
 $P = \rho \cdot g \cdot h + \text{tekanan atmosfer}$

Keterangan :

$P$  = Tekanan absolut (N/m<sup>2</sup>)

$\rho$  = Densitas zat cair (kg/m<sup>3</sup>)-1000 kg/m<sup>3</sup>

$g$  = Percepatan gravitasi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

$h$  = Perbedaan ketinggian kolom zat cair yang digunakan (m)

### 3.6 Analisis Data

Setelah rangkaian data pemurnian kemudian data dianalisis dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 6 ulangan :

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan :

- $Y_{ij}$  = Hasil Pengamatan persentase kadar gas metana pada perlakuan ke 1-4 dengan ulangan ke 1-6 yang dipengaruhi oleh adsorben yang digunakan
- $\mu$  = Rata-rata
- $\alpha_1$  = Pengaruh perlakuan adsorben yang digunakan ke 1-4
- $\varepsilon_{ij}$  = Galat perlakuan adsorben yang digunakan ke 1-4 dengan ulangan 1-6

Selanjutnya hasil pengamatan dianalisis dengan analisis ragam seperti pada Tabel 5.

Tabel 1. Analisis Ragam

SK	Db	JK	KT	F	F 5%	F 1%
				hitung		
Perlakuan						
Galat						
Total						

Setelah dilakukan analisis ragam, apabila hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan yang nyata maka dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT), Adapun rumus BNT adalah sebagai berikut :

$$\text{BNT} = (ta; db_{\text{galat}}) (\sqrt{2KT_{\text{galat}}/r})$$

Keterangan :

- $ta$  = Taraf nyata 1% atau 5%  
 $db_{\text{galat}}$  = Derajat bebas galat  
 $KT_{\text{galat}}$  = Kuadrat tengah galat  
 $r$  = Banyaknya ulangan

Tabel 2. Uji BNT

Perlakuan	Rataan	Notulensi	Pembimbing
P0			
P1			
P2			
P3			



### 3.7 Batasan Istilah

1. Adsorben : Zat yang sifatnya dapat menyerap zat lain sehingga menempel pada permukaannya.
2. *Anaerobic digestion* : Proses degradasi material organik yang tidak melibatkan oksigen
3. Gasbio : Gas yang dihasilkan oleh aktifitas anaerobik atau fermentasi dari bahan-bahan organik
4. Purifikasi : Proses pemisahan kandungan gas yang diinginkan dari campuran berbagai macam jenis gas ke media buatan untuk mendapatkan kultur murni.
5. Zeolit Alam : Kristal alumina silika yang berstruktur tiga dimensi, yang terbentuk dari tetrahedral alumina dan silika dengan rongga-rongga

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Kandungan Gas dalam gasbio sebelum purifikasi

Hasil pengujian gasbio yang telah dilakukan menggunakan alat GC (*Gas Chromatography*), menunjukkan bahwa kandungan gasbio sebelum dilakukan proses purifikasi seperti pada lampiran 1. Rataan kandungan gas dapat dilihat pada tabel 7. sebagai berikut :

Tabel 1. Kandungan gas pada gasbio (% Vol)

Jenis gas	Rataan
Metana (CH <sub>4</sub> )	52.5±7.47
Karbon dioksida (CO <sub>2</sub> )	32.6±0.92
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	9.5±4.42
Oksigen	5.45±2.58

Tabel 7 menunjukkan bahwa gasbio yang dihasilkan pada digester anaerobik memiliki kualitas yang cukup baik, karena gas yang dihasilkan memiliki kandungan gas metana yang cukup tinggi yaitu sebesar 52,5% Vol sedangkan kandungan gas CO<sub>2</sub> yang cukup rendah yaitu sebesar 32,6% Vol. Gasbio hasil digester pada umumnya memiliki perbandingan komposisi yaitu CH<sub>4</sub>: 40-70% (Harahap dkk., 1980), CO<sub>2</sub>: 30-45% (Monnet, 2003), hal ini menunjukkan bahwa pengelolaan gasbio sudah cukup baik. Kandungan gas metana merupakan kandungan gas paling dominan diantara kandungan gas lainnya karena gas metana merupakan produk utama dalam fermentasi kotoran sapi.

Komposisi gasbio pada tabel diatas menunjukkan bahwa kandungan gas metana menjadi kandungan gas paling

dominan diantara kandungan gas lainnya, tetapi disamping itu kandungan gas lain pun masih cukup tinggi sehingga mengurangi persentase kandungan gas metana. Kandungan gas lain terutama gas CO<sub>2</sub> dalam komposisi tersebut, dapat menurunkan kualitas daya bakar gasbio karena gas CO<sub>2</sub> merupakan gas pengotor yang mampu menghambat kalor sehinggamempengaruhi kualitas gasbio. Berdasarkan tahapan proses pembentukan gasbio dapat diketahui bahwa dihasilkan berbagai macam gas selain metana. Gas pengotor yang ada dalam gasbio adalah CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S dan beberapa gas lain dalam jumlah kecil serta pengotor lain berupa uap air dan partikulat (Arifin dkk, 2008).

#### 4.2 Luas Area Gas Metana

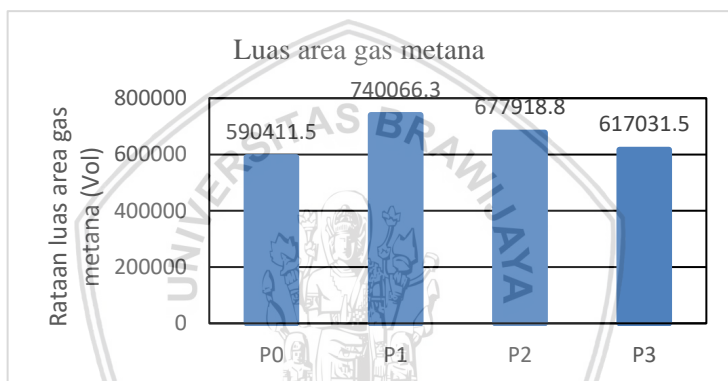
Hasil pengamatan luas area gas metana pada lampiran 2. setelah dianalisis ragam menunjukkan bahwa pelakuan perbedaan panjang pipa adsorben memberikan pengaruh yang tidak nyata ( $P>0,05$ ) terhadap luas area gas metana pada gasbio. Pada Tabel 8. dibawah ini ditunjukkan rata-rata luas area gas metana sesuai perlakuan.

Tabel 2. Rataan luas area gas metana (Vol)

Perlakuan	Rataan
P0	590411.5±39358.39
P1	740066.3±25873.71
P2	677918.8±74415.64
P3	617031.5±44402.26

Tabel 8. menunjukkan bahwa nilai rata-rata luas area gas metana setelah purifikasi cenderung lebih tinggi yaitu pada P1 (590411.5 Vol), P2 (740066.3 Vol), P3 (677918.8 Vol) dan P4

(617031.5 Vol). Menurut Nadliriyah dan Triwikantoro (2013) menyatakan bahwa hasil uji kromatografi gas dengan detektor FID konsentrasi (% area) gas metana pada gasbio tanpa filter yaitu 12982, sedangkan yang melalui filter yaitu 29032, 41690, dan 52753. Perlakuan purifikasi yang dilakukan pada penelitian ini juga menunjukkan hal yang serupa yaitu mengalami peningkatan luas area gas metana setelah dilakukan purifikasi.



Gambar 1. luas area gas metana

Berdasarkan Gambar 2 luas area permukaan gas metana setelah melalui proses purifikasi mengalami peningkatan. Peningkatan luas area cenderung tinggi terjadi pada perlakuan P1 yaitu 740066.3 Vol, dan menurun pada perlakuan P2 dan P3. Hal ini terjadi karena penambahan panjang pipa adsorben sepanjang 50 cm pada setiap perlakuan tidak memberikan pengaruh banyak terhadap luas area gas metana, disamping hal tersebut penambahan panjang pipa menyebabkan terdapatnya banyak sambungan pada pipa yang dapat mengalami adanya rongga antar adsorben pada sambungan pipa.

### 4.3 Pengaruh Penambahan Panjang Pipa Adsorben terhadap Konsentrasi Gas CO<sub>2</sub>

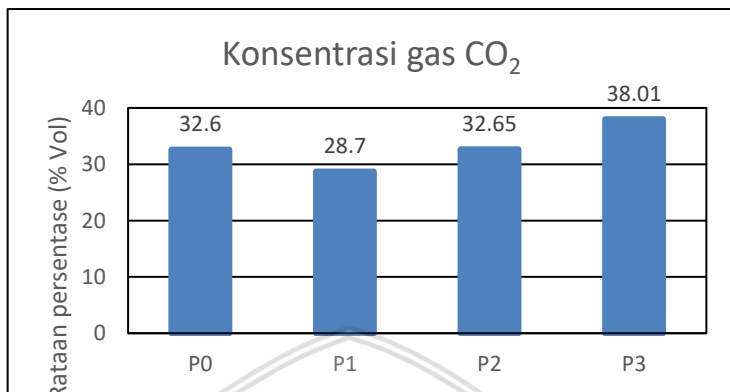
Hasil pengamatan gas CO<sub>2</sub> pada lampiran 3. menunjukkan bahwa perlakuan penambahan panjang pipa adsorben memberikan perbedaan yang tidak berbeda nyata ( $P>0,05$ ) terhadap konsentrasi gas CO<sub>2</sub> pada gasbio. Adapun rata-rata konsentrasi gas CO<sub>2</sub> ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 3. Konsentrasi gas CO<sub>2</sub> (% Vol)

Perlakuan	Rataan
P0	32.6±0.92
P1	28.7±4.17
P2	32.65±3.21
P3	38.01±7.47

Tabel 9 menunjukkan bahwa konsentrasi gas CO<sub>2</sub> pada gasbio sebelum melalui proses purifikasi tidak berbeda nyata dengan konsentrasi gas CO<sub>2</sub> pada gasbio yang sudah melalui proses purifikasi. Rataan nilai persentase gas CO<sub>2</sub> mengalami penurunan pada perlakuan P1, yaitu masing-masing sebesar 28.7%. Hal ini terjadi karena penyerapan gas CO<sub>2</sub> oleh adsorben serbuk genteng dan serbuk marmer. Kandungan CaO pada serbuk marmer dan kandungan silikat dan alumina pada serbuk genteng memungkinkan mampu untuk mengikat gas CO<sub>2</sub> pada gasbio. Hal ini sesuai dengan pendapat Khaedar (2012) menyatakan bahwa kapur tohor yang memiliki kandungan CaO dapat mengikat CO<sub>2</sub> sehingga terjadi reaksi kimia menjadi CaCO<sub>3</sub> (kalsium karbonat). Begitupun menurut pendapat Hasihastuti., dkk (2014) bahwa daya reaktif zeolite ditentukan oleh kandungan silikat dan alumina.





Gambar 2. konsentrasi gas CO<sub>2</sub>

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa konsentrasi gas CO<sub>2</sub> yang terdapat di dalam gasbio sebelum purifikasi yaitu 32,6% Vol. Konsentrasi gas CO<sub>2</sub> hasil purifikasi yang cenderung rendah yaitu 28,7% Vol, pada perlakuan penggunaan adsorben dengan panjang pipa 1,5 m (P1). Sementara itu, untuk perlakuan penggunaan adsorben dengan panjang pipa 2 m (P2) dan panjang pipa 2,5 m (P3), konsentrasi gas CO<sub>2</sub> masing-masing sebesar 32,65% Vol dan 38,01% Vol. Penurunan kadar CO<sub>2</sub> terjadi pada perlakuan P1 karena panjang pipa yang digunakan 150 cm tanpa ada sambungan pipa sehingga sangat meminimalisir terjadinya kesalahan dalam pengambilan data. Sedangkan pada perlakuan P2 dan P3 terdapat sambungan pipa yang dapat memungkinkan terdapatnya celah antar sambungan pipa, hal ini memungkinkan terjadinya kesalahan dalam pengambilan sampel gasbio. Penambahan panjang pipa adsorben sepanjang 50 cm tidak memberikan pengaruh yang nyata pada penyerapan gas karena pada penelitian ini menggunakan sistem kontinyu sehingga waktu kontak gasbio

dengan adsorben sangat pendek. Hal ini sesuai dengan pendapat Sugiarto, dkk (2013) bahwa purifikasi sistem non kontinyu menghasilkan penurunan kadar  $\text{CO}_2$  yang lebih efektif dan peningkatan kadar  $\text{CH}_4$  yang lebih tinggi dari pada sistem kontinyu.

Penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan dengan menggunakan panjang pipa 150 cm dengan bahan limbah genteng dan limbah serbuk marmer. Kandungan  $\text{CO}_2$  yang semula 61,05% mengalami penurunan menjadi 40,09%. Penurunan cukup tinggi terjadi yaitu sebanyak 20,96%. Hal ini terjadi karena bahan adsorben yang digunakan pada penelitian ini memiliki tingkat kadar air yang lebih rendah. Menurut Hamidi, dkk (2011) Proses aktivasi dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu secara fisik dengan proses *heat treatment* dan secara kimiawi dengan menggunakan larutan asam atau basa. Kandungan air yang terdapat didalam bahan adsorben dapat mengurangi daya adsorpsi pada proses purifikasi.

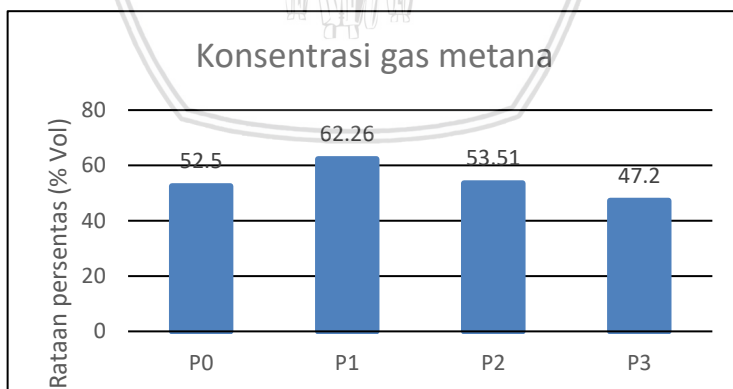
#### **4.4 Pengaruh Penambahan Panjang Pipa Adsorben terhadap Konsentrasi Gas Metana**

Hasil pengamatan konsentrasi gas metana pada lampiran 4 menunjukkan bahwa perlakuan penggunaan adsorben dari panjang pipa adsorben 2,5 m memberikan perbedaan yang tidak berbeda nyata ( $P>0,05$ ) terhadap persentase gas metana pada gasbio. Adapun rata-rata persentase gas metana seperti pada Tabel 10.

Tabel 4. Konsentrasi gas metana (% Vol)

Perlakuan	Rataan
P0	52.5±7.47
P1	62.26±2.59
P2	53.51±5.79
P3	47.2±4.28

Tabel 10 menunjukkan bahwa rata-ran nilai persentase gas metana pada perlakuan P1 dan P2 mengalami peningkatan yaitu masing-masing sebesar 62,27 % Vol dan 53,51 % Vol. Peningkatan kandungan gas metana terjadi karena gasbio yang telah dilewatkan melalui pipa adsorben akan menyebabkan kandungan gas CO<sub>2</sub> teradsorpsi pada bahan adsorben. Hal tersebut menyebabkan persentase gas metana cenderung meningkat. Sedangkan pada gas metana memiliki berat yang lebih ringan sehingga gas metana lebih mudah melewati permukaan adsorben tanpa kontak terlebih dahulu dengan bahan adsorben (Iriani dan Ari, 2014).



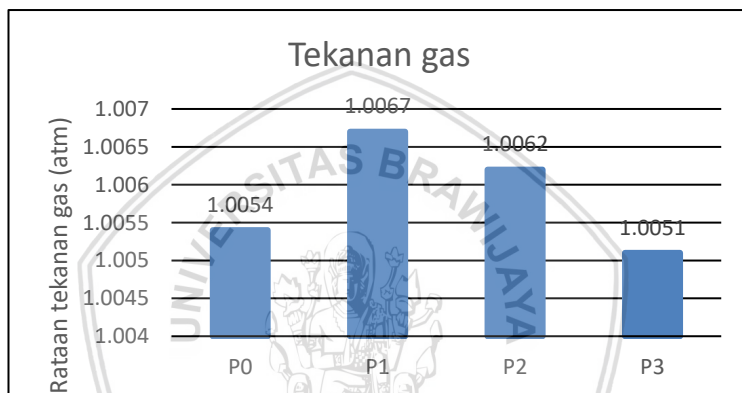
Gambar 3. kandungan gas metana

Peningkatan gas metana pada perlakuan P2 tidak setinggi seperti pada perlakuan P1 dan pada perlakuan P3 mengalami penurunan yang cenderung tinggi. Hal ini terjadi karena pada penelitian ini menggunakan pipa adsorben dengan posisi horizontal yang memungkinkan ketika gas melalui bahan adsorben yang terdapat didalam pipa mengalami pemadatan sehingga dapat memicu adanya rongga pada permukaan atas pada pipa adsorben. Gasbio yang semakin banyak kontak dengan adsorben maka penyerapan gas  $\text{CO}_2$  pun akan semakin optimal, Namun pada perlakuan P2 dan P3 tidak mengalami peningkatan gas metana yang terjadi karena terdapat adanya kemungkinan terjadinya kesalahan-kesalahan dalam pengambilan data sehingga gasbio hasil purifikasi tidak mengalami peningkatan kandungan gas metana. Peningkatan kandungan gas metana dalam gasbio juga dipengaruhi oleh bentuk dan ukuran pipa adsorben yang digunakan. Menurut hermawan, dkk (2016) semakin kecil diameter lubang kolom maka semakin besar persentase debit terikat yang dihasilkan pada proses penyerapan  $\text{CO}_2$ .

Penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan dengan menggunakan panjang pipa 150 cm dengan bahan limbah genteng dan limbah serbuk marmer. Kandungan  $\text{CH}_4$  yang semula 36,79% mengalami peningkatan menjadi 50,78%. Terjadi peningkatan kandungan  $\text{CH}_4$  yaitu sebanyak 13,99%. Pada penelitian tersebut terjadi peningkatan cukup tinggi. Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk memperoleh zeolite dengan kemampuan yang tinggi antara lain preparasi, aktivasi dan modifikasi (Setyowati, 2002).

#### 4.5 Tekanan Gas pada Gasbio

Hasil pengamatan tekanan gas diukur menggunakan manometer U terbuka yang diisi dengan fluida air. Data yang diperoleh selanjutnya diolah dan dihitung sesuai pada lampiran 5. Hasil perhitungan tekanan gas pada semua perlaksanaan dan ulangan terdapat pada Gambar 5. berikut:



Gambar 4. Tekanan gas pada gasbio

Hasil perhitungan pada Gambar 5 menunjukkan bahwa rata-rata tekanan cenderung tertinggi dihasilkan oleh gasbio melalui purifikasi dengan panjang pipa 1,5 m (P1) yaitu sebesar 1,0067 atm, sedangkan rata-rata tekanan gas cenderung terendah dihasilkan oleh gasbio yang melalui purifikasi adsorben dengan panjang pipa 2,5 m (P3) yaitu 1,0051 atm. Peningkatan tekanan gas pada saat dilakukan proses purifikasi terjadi karena terserapnya gas  $\text{CO}_2$  dan gas lain pada adsorben sehingga proses penyerapan ini menghambat proses laju gas melalui pipa adsorben. Semakin banyaknya gas  $\text{CO}_2$  yang terserap ke dalam adsorben, maka tekanan gas yang dihasilkan akan semakin

tinggi. Menurut Hermawan dkk (2016) bahwa terjadinya penyerapan  $\text{CO}_2$  seiring berkurangnya laju alir NaOH.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

1. Hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa panjang pipa cenderung tidak berpengaruh pada persentase gas metana.
2. Satu diantara cara untuk mengurangi kandungan gas lain dapat menggunakan limbah genteng dan limbah serbuk marmer.

#### **5.2 Saran**

Alat yang digunakan untuk proses purifikasi akan lebih baik jika meminimalisir adanya sambungan pada pipa. Hal tersebut bertujuan agar mendapatkan peningkatan kandungan gas metana yang lebih optimal. Selain itu pada alat sebaiknya menggunakan sistem pengaliran gasbio vertikal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, A., Totok, S. dan Bambang, S. 2013. Rancang bangun alat purifikasi gasbio dengan menggunakan CaO dan ater scrubber (study kasus plant gasbio wilayah Nongkojajar, Pasuruan, Jawa Timur, Indonesia. Seminar Nasional Pascasarjana XIII, ITS, Surabaya.
- Arifin, R., Perdana F.P. dan Juliastuti S. R. 2008. Pengaruh Enzim Amilase terhadap Pembentukan Gasbio dari Limbah Tapioka. Teknik Kimia Universitas Diponegoro Semarang.
- Brown, G.G. 1950. Unit Operation. Modern Asia : John Wiley and Sons., New York.
- Budiyanto. 2011. Tipologi Pendayagunaan Kotoran Sapi dalam Upaya Mendukung Pertanian Organik di Desa Sumbersari Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang. GAMMA. 7(1):42-49.
- Diharjo K., B. Kusharjanta, Tarigan R.A.P. dan Andhika. 2013. Pengaruh kandungan dan ukuran serbuk genteng sokka terhadap ketahanan bakar komposit geopolymer. Jurnal Rekayasa Mesin. 4. 27-34
- Fajar, Y. S., Teguh, Y. dan Syariffuddin, M. 2014. Pemanfaatan Kotoran Sapi untuk Bahan Bakar PLT Biogas 80 KW di Desa Babadan Kecamatan Ngajum Malang. JURNAL TEKNIK POMITS. 1(1) : 1-6



- Hamidi, N., Wardana, ING dan Widhyanuriyawan, D. 2011. Peningkatan Kualitas Bahan Bakar Biogas Melalui Proses Pemurnian Dengan Zeolit Alam. *Jurnal Rekayasa Mesin*. 2 (3) : 227-231
- Handayani A, F., Agoes S. M. D dan Achfas, Z. 2014. Pemanfaatan limbah serbuk marmer pada beton sebagai bahan pengganti sebagian semen dengan variasi penggunaan silica fume. *Teknologi Dana Kejuruan*. 37(2) :179-190
- Harahap, F., Apandi, M. dan Ginting, S. 1980. *Teknologi Gas Bio*. Pusat Teknologi Pembangunan Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Hardjono. 1989. *Operasi Teknik Kimia II*, Edisi pertama. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Hargono. 2008. Pembuatan Gasbio serta Pemurniannya Melalui Absorpsi Gas Karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dengan Menggunakan Larutan NaOH (Suatu Upaya Sosialisasi Pembuatan dan Penggunaan Gasbio Kepada Kelompok Peternak Sapi). *Teknik Kimia Universitas Diponegoro Semarang*
- Hari, D. Nasrul, I. dan Ahmad, S. 2014. Peningkatan Kualitas Biogas Melalui Proses Purifikasi  $\text{CO}_2$  Dengan Variasi Molarita. *Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa*

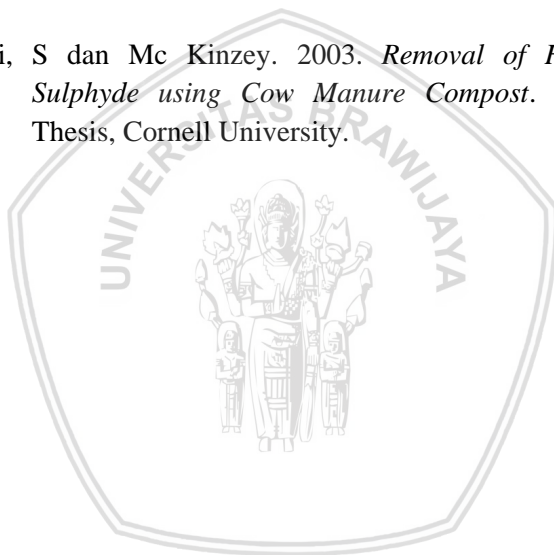
- Hariastuti, N., Purwanto dan Istadi. 2014. Kajian penggunaan karbon aktif dan zeolite secara terintegrasi dalam pembuatan biomethane berbasis gasbio. Jurnal Riset Industri (journal of Industrial Reasearch). 8 (1): 65-72.
- Iriani, P. dan Ari, H. 2014. Pemurnian gasbio melalui kolom beradsorben karbon aktif. Sigma-Mu. 6(2): 36-42.
- Kangmin, Li dan Mae-Wan Ho. 2006. Biogas China. Institute of Science in Society.
- Khaedar, R. 2012. Penggunaan pelet kombinasi kapur tohor (CaO) dan serbuk gergaji untuk menangkap karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) pada gasbio. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Kwartiningsih, E. dan Arif, J. 2007. Pemurnian Gasbio dari Kandungan H<sub>2</sub>S dengan Menggunakan Larutan Adsorben Fe-EDTA. Teknik Kimia Universitas Diponegoro Semarang
- Mara, I. M. 2012. Analisis Penyerapan Gas Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) Dengan Larutan NaOH Terhadap Kualitas Gasbio Kotoran Sapi. Dinamika Teknik Mesin, Vol. 2 No.1, 38-46
- Monnet, F. 2003. *An Introduction to anaerobic digestion of organic waste*, Chemical Engineering Journal. 102: 171-184.

- Mulia, D. S., Moch. Junus dan Ita, W. N. 2018. Pengaruh Pemanfaatan Limbah Genteng dan Limbah Batu Marmer Sebagai Absorben Biogas Ternak Terhadap Persentase Kadar Gas Metana.
- Nadliriya dan Triwikantoro. 2013. Pemurnian Produk Biogas dengan Metode Absorpsi Menggunakan Larutan  $\text{Ca(OH)}_2$ . Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Riyanto, B. 1991. Pedoman Kuliah Geologi Ekonomi. Fakultas Teknik Geologi UPN “Veteran”, Yogyakarta.
- Sarkar, S.C. dan A. Bose. 1997. *Role of Activated Carbon Pellets in Carbon Dioxide Removal*, Energy Convers. Manage. 38 (Supl. 1)
- Setyowati, P. 2002. Zeolit Sebagai Bahan Pengisi Pada Komponen Karet Ditinjau Dari Sifat Fisika Vulkanisatnya Dalam Majalah Barang Kulit, Karet, dan Plastik. Vol. 8(2): Yogyakarta
- Sugiarto, T. O., Denny, W., dan Faruq S.P.P. 2013. Purifikasi Gasbio Sistem Kontinyu Menggunakan Zeolit. Jurnal Rekayasa Mesin. 4 (1): 1-10
- Tjangroe dan Parung, H. 2006. Pecahan marmer sebagai pengganti agregat kasar self compacting concrete (SCC). Jurnal Desain dan Konstruksi. 5(1)

Wahono, S. W. 2008. Kajian Pemanfaatan Zeolit Lokal Gunungkidul-Yogyakarta Untuk Optimalisasi Sistem Gasbio. Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia. Teknik Kimia FTI-ITS

Wiratmana. 2012. Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Bahan Kering Terhadap Produksi dan Nilai Kalor Biogas Kotoran Sapi. Universitas Undayana. Bali.

Zicari, S dan Mc Kinzey. 2003. *Removal of Hydrogen Sulphide using Cow Manure Compost*. A Master Thesis, Cornell University.



## LAMPIRAN

**Lampiran 1.**Hasil pengujian kandungan gas pada gasbio tanpa purifikasi

Gas	Waktu	Faktor	Area (Vol)	(% Vol)	Rataan (% Vol)
CO <sub>2</sub>		0.9841	68277	32.7	32.6
			192912	31.4	
			113364	34	
			166018	32.4	
			130594	33.2	
N <sub>2</sub>		0.0916	139691	31.9	9.5
			267467	12.9	
			36854	10.8	
			57466	15	
			10546	2.7	
O <sub>2</sub>		1	152160	8.9	5.45
			34006	6.7	
				7	
				4.5	
				9.5	
CH <sub>4</sub>		0.8051		2.4	52.5
				5.9	
				3.4	
			522694	47.5	
			636298	53.4	
			618321	41.5	
			584333	62.6	
			579496	52	
			601327	58	
Total					100

## Lampiran 2. Hasil pengukuran luas area gas metana

Perlakuan	Ulangan						Total	Rataan
	1	2	3	4	5	6		
P0	5226	6362	6183	5843	5794	6013	3542	590411.5±3
	94	98	21	33	96	27	469	9358.39
P1	7060	7810	7213	7518	7435	7366	4440	740066.3±2
	14	03	85	64	08	24	398	5873.71
P2	5565	6446	7327	7444	6504	7385	4067	677918.8±7
	85	74	64	08	96	86	513	4415.64
P3	5443	6279	6300	6657	5861	6479	3702	617031.5±4
	28	66	69	63	47	16	189	4402.26
Total	2329	2689	2702	2746	2559	2724	1575	
	621	941	539	368	647	453	2569	

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r y_{ij}}{t \cdot r} = \frac{15752569^2}{4.6}$$

$$= 10339309587490$$

$$JK_{Total} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r y_{ij}^2 - FK$$

$$= (522694^2 + 636298^2 + \dots + 647916^2) - FK$$

$$= 10468153300089 - 10339309587490$$

$$= 128843712599$$

$$JK_{Perlakuan} = \frac{\sum_{i=1}^t [\sum_{j=1}^r y_{ij}]^2}{r} - FK$$

$$= \frac{(3542469^2 + 4440398^2 + 4067513^2 + 3702189^2)}{6} -$$

$$10339309587490$$

$$= \frac{62517086411255}{6} - 10339309587490$$

$$= 80204814386$$

$$JK_{Galat} = JK_{Total} - JK_{Perlakuan}$$

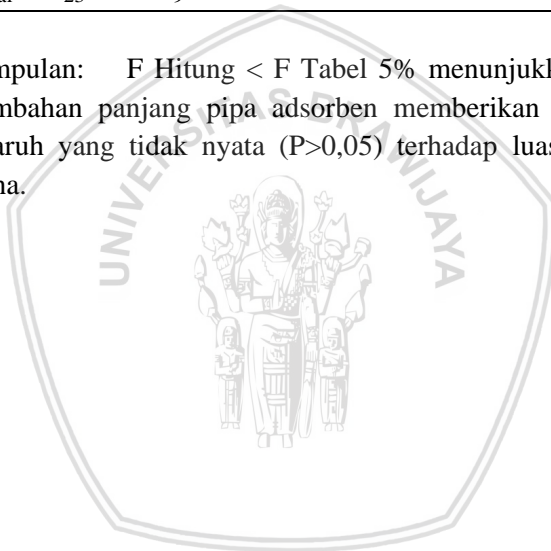
$$= 128843712599 - 80204814386$$

$$= 48638898213$$

• Tabel Analisis Ragam

SK	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan						
n	3	80204814386	40102407193 2431944910,6	1,16	2,77	4,24
Galat	20	48638898213 12884371259	5			
Total	23	9				

Kesimpulan:  $F_{\text{Hitung}} < F_{\text{Tabel}} 5\%$  menunjukkan bahwa penambahan panjang pipa adsorben memberikan perbedaan pengaruh yang tidak nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap luas area gas metana.



### Lampiran 3. Hasil pengamatan konsentrasi gas CO<sub>2</sub> pada gasbio

Perlakuan n	Ulangan						Total	Rataan
	1	2	3	4	5	6		
P0	32,7	32,4	34	32,4	33,2	31,9	195,6	32.6±0.92
P1	28,2	23,5	27,9	35,2	25,8	31,6	172,2	28.7±4.17
P2	31,1	34,4	37,8	29,1	33,4	30,1	195,9	32.65±3.21
P3	30,1	40,1	50	33,9	42	32	228,1	38.01±7.47
Total	122,1	129,4	199,7	130,6	134,4	125,6	791,8	

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r y_{ij}}{t \cdot r} = \frac{791,8^2}{4 \cdot 6}$$

$$= 26123$$

$JK_{Total}$

$$\begin{aligned} &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r y_{ij}^2 - FK \\ &= (32,7^2 + 32,4^2 + \dots + 32^2) - FK \\ &= 26873 - 26123 \\ &= 750 \end{aligned}$$

$JK_{Perlakuan}$

$$\begin{aligned} &= \frac{\sum_{i=1}^t [\sum_{j=1}^r y_{ij}]^2}{r} - FK \\ &= \frac{(195,6^2 + 172,2^2 + 195,9^2 + 228,1^2)}{6} - 26123 \\ &= \frac{461886}{6} - 76979,42 \\ &= 264 \end{aligned}$$

$JK_{Galat}$

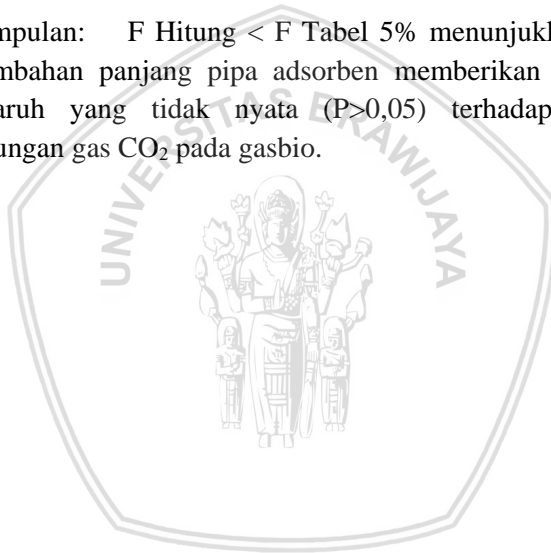
$$\begin{aligned} &= JK_{Total} - JK_{Perlakuan} \\ &= 750 - 264 \\ &= 486 \end{aligned}$$



- Tabel Analisis Ragam

	Db	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	264	88	0,737	2,77	4,24
Galat	20	486	24,3			
Total	23	750				

Kesimpulan:  $F_{\text{Hitung}} < F_{\text{Tabel}} 5\%$  menunjukkan bahwa penambahan panjang pipa adsorben memberikan perbedaan pengaruh yang tidak nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap penurunan kandungan gas  $\text{CO}_2$  pada gasbio.



#### Lampiran 4. Hasil pengamatan konsentrasi gas metana pada gasbio

Perlakuan	Ulangan						Total	Rataan
	1	2	3	4	5	6		
P0	47,5	53,4	41,5	62,6	52	58	315	52.5±7.47
P1	59,8	61,9	66,8	60,8	60,8	63,7	373,6	62.26±2.59
P2	44,5	50	55,6	60,5	58	52,5	321,1	53.51±5.79
P3	47,3	44,7	42,1	54,2	48,2	50,7	287,2	47.2±4.28
Total	199,1	210	206	237,9	219	224,9	1296,9	

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r y_{ij}}{t.r} = \frac{1296,9^2}{4.6} = 70081$$

$$\begin{aligned} JK_{Total} &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r y_{ij}^2 - FK \\ &= (47,5^2 + 53,4^2 + \dots + 50,7^2) - FK \\ &= 71329 - 70081 \\ &= 1248 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK_{Perlakuan} &= \frac{\sum_{i=1}^t [\sum_{j=1}^r y_{ij}]}{r} - FK \\ &= \frac{(315^2 + 373,6^2 + 321,1^2 + 287,1^2)}{6} - 70081 \\ &= \frac{424391}{6} - 70081 \\ &= 651 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK_{Galat} &= JK_{Total} - JK_{Perlakuan} \\ &= 1248 - 651 \\ &= 597 \end{aligned}$$

- Tabel Analisis Ragam

SK	Db	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	651	217	0,91	2,77	4,24
Galat	20	597	29,85			
Total	23	1248				

Kesimpulan:  $F_{\text{Hitung}} < F_{\text{Tabel}} 5\%$  menunjukkan bahwa penambahan panjang pipa adsorben memberikan perbedaan pengaruh yang tidak nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap peningkatan kandungan gas metana pada gasbio.



## Lampiran 5. Hasil tekanan gas pada gasbio

### 1. Hasil pengamatan pada manometer

Perlakuan	U1	U2	U3	U4	U5	U6	Rataan
p0	6	5	5	6	5	5	5.33
p1	8	8	6	6	8	6	7
p2	7	6	7	6	7	6	6.5
p3	5	6	5	6	6	5	5.5

### 2. Perhitungan tekanan gas

a.  $H = 5 \text{ cm} = 0,05$

$$\begin{aligned}
 P &= (\rho \times g \times h) + \text{tekanan atmosfer} \\
 &= (1000 \times 9,81 \times 0,04) + 1 \\
 &= (490,5 \text{ N/m}^2) + 1 \text{ atm} \\
 &= (490,5 \times 9,869 \times 10^{-6}) + 1 \text{ atm} \\
 &= 1,0048 \text{ atm}
 \end{aligned}$$

b.  $H = 6 \text{ cm} = 0,06$

$$\begin{aligned}
 P &= (\rho \times g \times h) + \text{tekanan atmosfer} \\
 &= (1000 \times 9,81 \times 0,06) + 1 \\
 &= (588,6 \text{ N/m}^2) + 1 \text{ atm} \\
 &= (588,6 \times 9,869 \times 10^{-6}) + 1 \text{ atm} \\
 &= 1,0058 \text{ atm}
 \end{aligned}$$

c.  $H = 7 \text{ cm} = 0,07$

$$\begin{aligned}
 P &= (\rho \times g \times h) + \text{tekanan atmosfer} \\
 &= (1000 \times 9,81 \times 0,07) + 1 \\
 &= (686,7 \text{ N/m}^2) + 1 \text{ atm} \\
 &= (686,7 \times 9,869 \times 10^{-6}) + 1 \text{ atm}
 \end{aligned}$$

$$= 1,0067 \text{ atm}$$

d.  $H = 8 \text{ cm} = 0,08$

$$\begin{aligned} P &= (\rho \times g \times h) + \text{tekanan atmosfer} \\ &= (1000 \times 9,81 \times 0,08) + 1 \\ &= (784,8 \text{ N/m}^2) + 1 \text{ atm} \\ &= (784,8 \times 9,869 \times 10^{-6}) + 1 \text{ atm} \\ &= 1,0077 \text{ atm} \end{aligned}$$

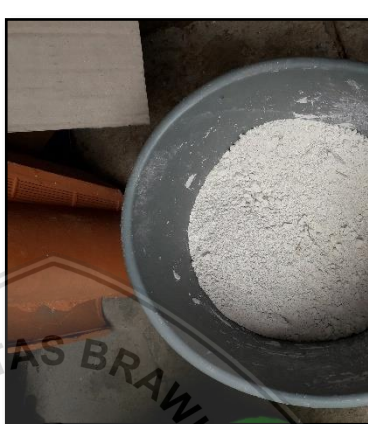
### 3. Rataan tekanan gas

Perlakuan	u1	u2	u3	u4	u5	u6	Rataan
p0	1.005 8	1.004 8	1.004 8	1.005 8	1.004 8	1.004 8	1.00513 3
p1	1.007 7	1.007 7	1.005 8	1.005 8	1.007 7	1.005 8	1.00675
p2	1.006 7	1.005 8	1.006 7	1.005 8	1.006 7	1.005 8	1.00625
p3	1.004 8	1.005 8	1.004 8	1.005 8	1.005 8	1.004 8	1.0053

## Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian



Mencampurkan bahan adsorben yaitu serbuk marmer dan genteng sebanyak 50:50



Bahan adsorben serbuk marmer



Bahan adsorben serbuk genteng



Alat pengukur volume gasbio atau flow meter



Rangkaian alat purifikasi  
dengan menggunakan  
panjang pipa adsorben 50  
cm



Sambungan untuk mengukur  
tekanan gas



Proses memasukkan bahan  
adsorben ke dalam pipa






Alat Proses memasukkan  
bahan adsorben ke dalam  
pipa



	
<p>Persiapan pengujian alat sebelum dilakukan uji</p>	<p>Pengukuran tekanan pada saat uji purifikasi gasbio</p>
	
<p>Pengisian gasbio hasil purifikasi ke dalam balon gas</p>	<p>Kain tipis sebagai penahan adsorben agar di terbawa aliran gasbio</p>



--	--

 <p>Selang aliran masuk gasbio menuju alat purifikasi</p>	 <p>Alat pengukur tekanan manometer U</p>
 <p>Rangkaian Alat Pemurnian</p>	